

**PEMBUATAN BIOBRIKET MENGGUNAKAN LIMBAH PERTANIAN DENGAN
PEREKAT KULIT PISANG DAN TAMBAHAN GARAM SEBAGAI PEMANTIK
(KELOMPOK PELAJAR)**



OLEH:

SISWA-SISWI SMPN 5 BANDAR LAMPUNG

Jl. Beo No. 134 Tanjung Agung Tanjung Karang Timur Bandar Lampung

ANDINI TRIA EFENDI

ALISA MUTIARA RAMADINA

AHMAD ALGHOZA FALES TOTTI FERNID

DEVANDRA RIFKY ADITYO

**ANUGERAH INOVASI DAERAH
BALITBANG PROVINSI LAMPUNG**

2022

Abstrak

Telah dilakukan penelitian pembuatan biobriket dengan bahan baku limbah pertanian berupa ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat kulit pisang dan tambahan garam sebagai pemantik. Proses pembuatan biobriket dilakukan dengan cara mengkarbonisasi bahan baku dengan alat pirolisis sederhana kemudian dihaluskan menggunakan alu dan lumpang, dan mencampur semua bahan baku dengan garam dan perekat dari kulit pisang sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan, lalu dilakukan pengadukan sampai rata atau homogeny, setelah tercampur rata maka dilakukan pencetakan pada cetakan pipa yang sudah di siapkan. Adukan yang ada dicetakan selanjutnya dilepas dari cetakan dengan cara di dorong menggunakan besi pendorong yang ukurannya sesuai dengan diameter pipa. Didapat produk biobriket yang masih basah dan dilakukan pengeringan disinar matahari sampai didapat produk biobriket yang sudah kering. Selanjutnya biobriket yang sudah kering dilakukan pengujian yaitu uji kadar air, kadar abu, kadar zat terbang/*volatile matter*. Pengujian juga dilakukan terhadap biobriket yang dibuat menggunakan perekat aci seperti yang biasa dipakai sebagai pembanding. Hasil pengujian didapatkan kadar air biobriket dengan bahan baku sekam padi sebesar 14,88%, bonggol jagung sebesar 15,94% dan ampas tebu sebesar 19,76%. Kadar abu sekam padi sebesar 7%, bonggol jagung sebesar 7,92%, ampas tebu sebesar 3,33%. Kadar zat terbang menggunakan bahan baku sekam sebesar 7%, bonggol jagung sebesar 6,86%, ampas tebu sebesar 4,95%. Ampas tebu, bonggol jagung, sekam padi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biobriket. Kulit pisang dapat digunakan sebagai perekat biobriket karena mengandung zat gelatin dan menghasilkan biobriket yang cukup baik.

Kata sandi: biobriket, ampas tebu, sekam padi, bonggol jagung, kadar air, kadar abu, kadar zat terbang *volatile matter*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring bertambahnya jumlah penduduk dan sektor industri, maka diikuti pula dengan bertambahnya kebutuhan energi, sedangkan cadangan energi fosil yang tersedia semakin berkurang. Untuk itu, peralihan penggunaan energi fosil menuju Energi Baru dan Terbarukan (EBT) merupakan sesuatu yang mutlak dilakukan.

"Transisi energi ini mutlak diperlukan untuk menjaga ketersediaan energi di masa mendatang," kata Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Arifin Tasrif dalam acara webinar Potret Energi Indonesia pada Tempo Energy Day, Rabu (21/10).

Salah satu bahan bakar alternatif terbarukan adalah biobriket dari bahan limbah biomassa.

Potensi biomassa yang ada sebagai sumber energi sangatlah melimpah di Indonesia.

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain: tanaman, pepohonan, limbah pertanian, limbah hutan, kotoran ternak. Berdasarkan statistik energi Indonesia (DSDEM, 2004) disebutkan bahwa potensi energi biomassa di Indonesia cukup besar mencapai 434.008 GWh. Ampas tebu, sekam padi, dan bonggol jagung merupakan contoh limbah pertanian yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan biobriket. Limbah pertanian tersebut berpotensi diolah menjadi biobriket karena mengandung selulosa yang tinggi dan ketersediaannya di Lampung sangat melimpah.

Limbah ampas tebu merupakan hasil sampingan produksi berupa serat yang banyak mengandung parenkim setelah diambil niranya. Ampas tebu tersebut di Bandar Lampung sendiri banyak dihasilkan dari penjual es tebu di pinggir jalan sebagai pelaku industri kecil, oleh pedagang es tersebut ampas tebu tadi merupakan sampah yang mereka buang, dalam skala besarnya Lampung masuk sebagai 10 provinsi basis penghasil tebu untuk Indonesia. Sama halnya dengan ampas tebu, bonggol jagung juga merupakan limbah pertanian yang banyak dihasilkan baik dari industri kecil seperti penjual jagung bakar dan penjual olahan jagung lainnya, maupun dari petani jagung sendiri yang menjual jagung pipil. Sedangkan sekam padi di Bandar Lampung ketersediaannya tidak melimpah seperti ampas tebu dan bonggol jagung, tetapi banyak dihasilkan di daerah-daerah penghasil padi seperti pringsewu dan sekitarnya.

Dalam pembuatan biobriket selain bahan baku, penentuan jenis perekat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas biobriket ketika dinyalakan dan dibakar. Perekat yang biasa dipakai dalam pembuatan briket adalah perekat aci dari tepung tapioka, tepung tapioka ini banyak dipilih karena ketersediaannya banyak di pasar maupun warung klontong dengan harga yang relatif murah. Penggunaannya juga cukup mudah, dengan mencampurkan tepung tapioka dan air kemudian dimasak sehingga menghasilkan larutan yg lengket dengan warna yang transparan.

Kulit pisang jika dibusukkan akan menghasilkan zat gelatin yang dapat digunakan sebagai perekat dalam pembuatan briket. Lampung sebagai daerah dengan oleh-oleh khasnya yaitu keripik pisang menghasilkan limbah kulit pisang yang melimpah, sehingga mudah untuk kita mendapatkan kulit pisang tersebut di pengrajin keripik pisang yang tersebar di sepanjang jalan Gg. PU, kulit pisang tersebut yang selama ini sebagian besar pemanfaatannya sebatas di jadikan pakan ternak, penelitian kali ini dilakukan agar pemanfaatannya lebih optimal.

1. 2 Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat kulit pisang dan tambahan garam sebagai pemantik.
2. Membandingkan kadar air, biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat aci dan biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat kulit pisang dan tambahan garam sebagai pemantik.
3. Membandingkan kadar abu, biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat aci dan biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat kulit pisang dan tambahan garam sebagai pemantik.
4. Membandingkan *volatile matter*, biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat aci dan biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat kulit pisang dan tambahan garam sebagai pemantik.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Biobriket

Briket adalah sebuah blok bahan yang dapat dibakar yang digunakan sebagai bahan bakar untuk memulai dan mempertahankan nyala api. Briket yang paling umum digunakan adalah briket batu bara, briket arang, briket gambut, dan briket biomassa (Biobriket).

Antara tahun 2008-2012, briket menjadi salah satu agenda riset energi Institut Pertanian Bogor.^[1] Bahan baku briket diketahui dekat dengan masyarakat pertanian karena biomassa limbah hasil pertanian dapat dijadikan briket. Penggunaan briket, terutama briket yang dihasilkan dari biomassa, dapat menggantikan penggunaan bahan bakar fosil.

Bahan penyusun briket

Bahan penyusun briket dapat mencakup:^{[2][3]}

- Bahan bakar utama:
 - Arang kayu
 - Batu bara
 - Biomassa:
 - Gambut
- Bahan pendukung:
 - Batu kapur (pewarna)
 - Pati (pengikat)
 - Boraks (bahan pelepas, *release agent*)
 - Natrium nitrat (akselerator)
 - Malam (*wax*, sebagai pengikat, akselerator, dan penyala (*igniter*))

Briket dibuat dengan menekan dan mengeringkan campuran bahan menjadi blok yang keras. Metode ini umum digunakan untuk batu bara yang memiliki nilai kalori rendah atau serpihan batu bara agar memiliki tambahan nilai jual dan manfaat. Briket digunakan di industri dan rumah tangga.

Bahan yang digunakan untuk pembuatan briket sebaiknya yang memiliki kadar air rendah untuk mencapir nilai kalor yang tinggi. Keberadaan bahan volatil juga mempengaruhi seberapa cepat laju pembakaran briket; bahan yang memiliki bahan volatil tinggi akan lebih cepat habis terbakar.^[4]

Mesin pembuat briket

Mesin pembuat briket adalah mesin yang digunakan untuk memproses limbah dan residu usaha kehutanan dan pertanian menjadi briket. Sebelum dijadikan briket, bahan mentah harus diberikan perlakuan tertentu seperti pemurnian dan pengecilan ukuran partikel.

Mesin press briket bekerja dengan tiga mekanisme dasar:

- Tipe ulir (*screw type*). Briket ditekan dengan memanfaatkan mekanisme ulir archimedes. Umumnya digerakkan oleh motor.
- Tipe *stamping*, yaitu mekanisme menekan dengan tuas sehingga seolah bahan baku briket "terinjak" dan membentuk briket yang padat. Tipe ini memungkinkan briket dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran.
- Tipe hidrolik yang bekerja dengan mekanisme hidraulis.

Fasilitas pembuatan briket harus memiliki berbagai langkah dalam pembuatan bahan baku hingga selesai menjadi briket. Perlakuan awal yang biasanya diberikan dalam pembuatan briket adalah *debarking* (penghilangan kulit kayu, *bark*), pengecilan ukuran partikel, pengeringan, dan pengayakan. Kadar air harus rendah untuk mendapatkan nilai kalori tertinggi, namun pengeringan lebih lanjut umumnya menjadi tidak efisien. Kadar air antara 12-15% diperkirakan angka yang ideal, tergantung bahan baku yang digunakan.^[5]

Pemanfaatan briket

Pemanfaatan bahan bakar padat seperti briket batu bara umumnya tidak disarankan untuk digunakan di rumah tangga karena asapnya yang pekat. Diperlukan tungku khusus yang mengatasi masalah tersebut.^[6]

Briket memiliki harga yang murah dibandingkan bahan bakar jenis lainnya sehingga penggunaannya dalam dunia industri dapat memberikan penghematan biaya. Di daerah Ketahun, Bengkulu Utara, briket telah digunakan sebagai pengganti kayu bakar yang harganya semakin naik. Penggunaan briket diketahui memberikan manfaat dari sisi pengeluaran usaha.^[7]

Biobriket merupakan sebuah batangan arang dibuat dengan bahan dasar limbah pertanian dan di cetak menggunakan alat press agar menghasilkan nilai kalor yang tinggi

Biobriket merupakan gumpalan atau batangan arang dengan menggunakan bahan lunak yang diproses atau diolah menjadi bahan arang keras. Kualitas biobriket setara dengan batu bara maupun bahan bakar arang lain. (Residu briquetting in developing countries, Joseph and Hislop, 1981).

2.2 Karakteristik briket

Karakteristik dan kualitas briket dapat diketahui dengan parameter sebagai berikut

a. Kadar Air

Kadar air dalam briket merupakan perbandingan antara masa air dan masa briket itu sendiri. Kandungan air pada briket berpengaruh pada nilai kalor briket dan pembakaran. Kadar air briket dipengaruhi oleh jenis perekat, metode pengujian dan bahan baku yang digunakan. Berdasarkan standar Nasional Indonesia nilai maksimal kadar air yaitu 8%.

b. Kadar Abu

Kadar abu adalah bahan sisa dari hasil pembakaran, seperti pembakaran pada briket pasti meninggalkan zat sisa yaitu kadar abu. penyusun abu salah satunya adalah silica. Silica dapat mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan oleh briket. Semakin tinggi kadar abu pada briket maka semakin rendah kualitas briket karena menurunkan nilai kalor

c. *Volatile matter*

Volatile matter (Zat terbang) merupakan zat aktif yang terdapat pada batubara yang menghasilkan energi atau panas apabila batubara tersebut dibakar, sehingga zat terbang merupakan zat aktif yang mempercepat proses pembakaran.

KETERBARUAN PENELITIAN

Keterbaruan penelitian ini adalah pembuatan biobriket menggunakan perekat dari kulit pisang dan penambahan garam sebagai pemantik.

METODE PENELITIAN:

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode studi literatur dan metode eksperimen. Metode literatur digunakan untuk melihat referensi yang berkaitan dengan penelitian ini sedangkan metode eksperimen dilakukan dengan cara membuat biobriket dengan membuat gumpalan atau batangan arang dengan mencampurkan arang dari limbah pertanian yang sudah dihaluskan dan garam kemudian ditambahkan kulit pisang yang sudah dihaluskan sebagai perekatnya.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan 15 Maret 2022 s/d 18 Mei 2022 bertempat di Laboratorium UPT SMPN 5 Bandar Lampung

Variabel yang akan diukur dalam penelitian ini antara lain:

1. Kadar Air
2. Kadar Abu
3. *Volatile matter* / Zat Terbang

Proses penelitian briket limbah pertanian (Ampas tebu, bonggol jagung, sekam padi)

Alat:

1. Alat pirolisis 2 (dua) set
2. Penghancur arang 1 (satu) set
3. Sarung tangan tahan panas 3 (tiga) set
4. Pengayak 1 (satu) set
5. Kaleng 2 buah
6. Pipa untuk mencetak 3 (tiga) buah
7. Timbangan 1 (satu) buah
8. Kompor 1 (satu) buah

Bahan:

1. Ampas tebu
2. Bonggol jagung
3. Sekam padi
4. Kulit pisang
5. Garam

Cara Kerja:

1. Bahan baku (Ampas tebu, Bonggol jagung, sekam padi) dijemur di bawah sinar matahari selama beberapa hari sampai kering.
2. Bahan baku di pirolisis /di karbonisasi sehingga menghasilkan arang.
3. Penghancuran dan pengayakan:
 - a. Penghancuran arang dengan cara manual yaitu dengan menggunakan lumping dan alu
 - b. Pengayakan dilakukan untuk mendapatkan butiran arang yang sama
4. Penelitian ini menggunakan perekat dari kulit pisang yang sudah dibusukkan kemudian dihaluskan menggunakan blender.

5. Pembuatan briket dengan cara mencampur arang yang sudah dihaluskan kemudian ditambahkan dengan garam yang berfungsi sebagai pemantik dan perekat kulit pisang yang sudah dihaluskan.
6. Pencetakan menggunakan pipa dengan diameter 23 mm dan tinggi 7 cm.
7. Pengeringan pada pembuatan briket ini dengan cara dijemur dibawah matahari selama 1 hari.
8. Tahap pengujian:

a. Kadar air

$$\text{Kadar air \%} = \frac{(a-b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = Berat arang sampel (gram)

b = berat arang sampel setelah dikeringkan pada suhu 110⁰C

b. Kadar abu

$$\text{Kadar Abu \%} = \frac{(c-b)}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat sampel (gram)

b = berat cawan (gram)

c = berat cawan + berat sampel (gram)

c. Kadar zat terbang (*volatile matter*)

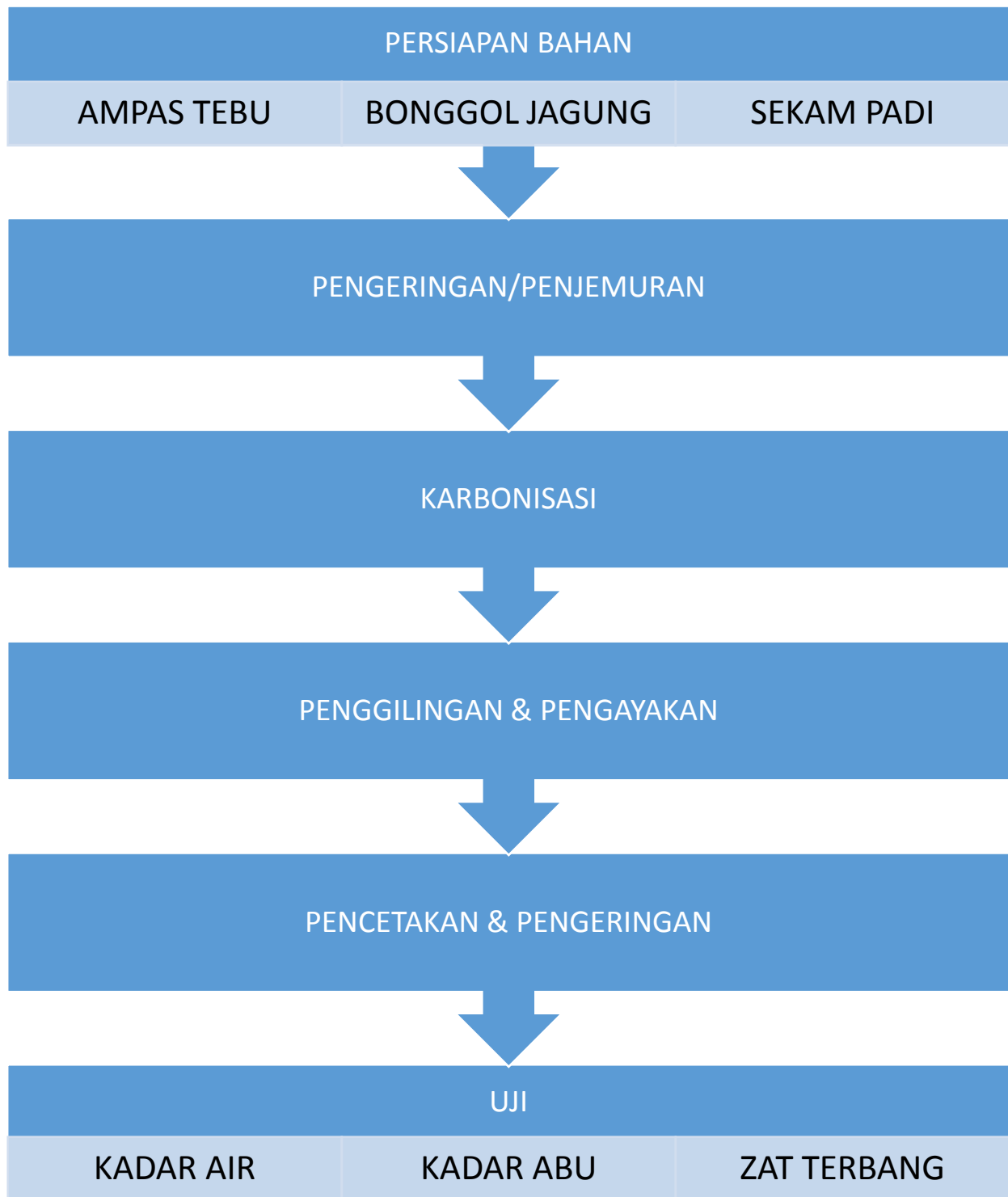
$$\text{Kadar zat terbang \%} = \frac{(b-c)}{b} \times 100\%$$

Keterangan :

b = berat sampel setelah dikeringkan pada suhu 110⁰C (gram)

c = berat sampel setelah dikeringkan pada suhu 1.200⁰C (gram)

Prosedur pelaksanaan penelitian:



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengolahan data dan pembahasan hasil penelitian untuk membandingkan kualitas biobriket dengan perkat aci dan biobriket dengan perekat kulit pisang.

4.1 Hasil

A. Kadar Air %

Jenis Bahan Baku	Perekat Aci	Perekat Kulit Pisang
Sekam Padi	15,60	14,88
Bonggol Jagung	17,60	15,94
Ampas Tebu	21,80	19,76

B. Kadar Abu %

Jenis Bahan Baku	Perekat Aci	Perekat Kulit Pisang
Sekam Padi	5,94	7,00
Bonggol Jagung	6,93	7,92
Ampas Tebu	3,00	3,33

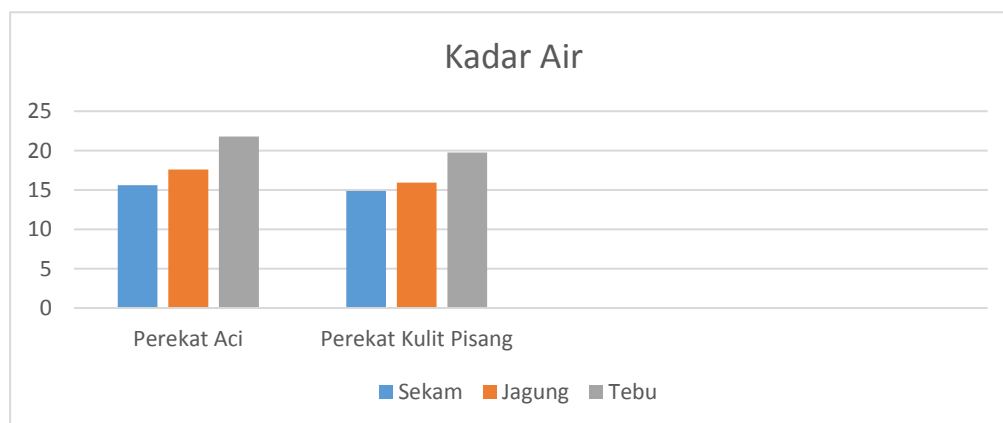
C. Kadar Zat terbang (*Volatile matter*) %

Jenis Bahan Baku	Perekat Aci	Perekat Kulit Pisang
Sekam Padi	8,82	7,00
Bonggol Jagung	7,77	6,86
Ampas Tebu	6,00	4,95

4.2 Pembahasan

A. Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian di atas di dapatkan diagram sebagai berikut:

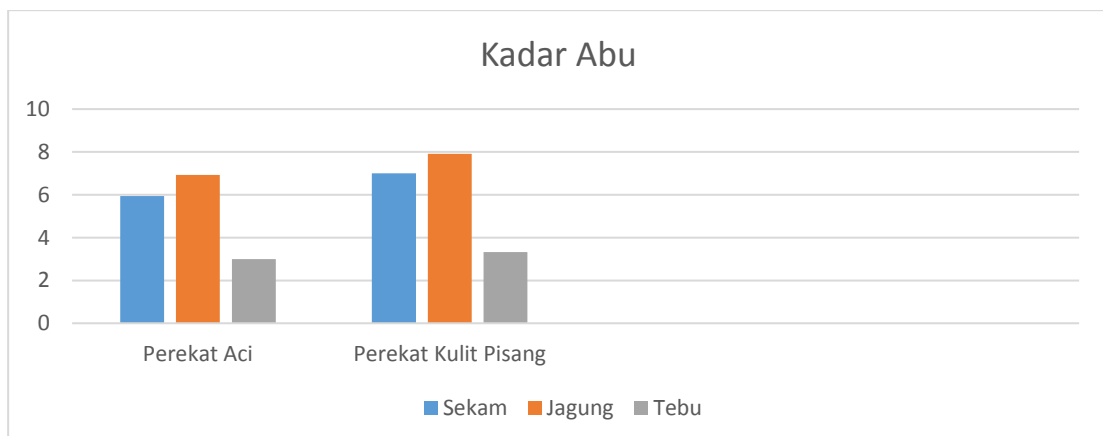


Kadar air dalam briket merupakan perbandingan antara masa air dan masa briket itu sendiri. Kandungan air pada briket berpengaruh pada nilai kalor briket dan pembakaran. Kadar air briket dipengaruhi oleh jenis perekat, metode pengujian dan bahan baku yang digunakan. Semakin rendah kadar air pada briket maka semakin baik kualitas briket yang dihasilkan. Berdasarkan standar Nasional Indonesia nilai maksimal kadar air yaitu 8%.

Berdasarkan data diatas kadar air biobriket dengan perekat kulit pisang lebih rendah dibandingkan briket dengan perekat aci baik sekam padi, bonggol jagug maupun ampas tebu. Namun kedua nya masih belum memenuhi SNI yaitu dibawah 8%.

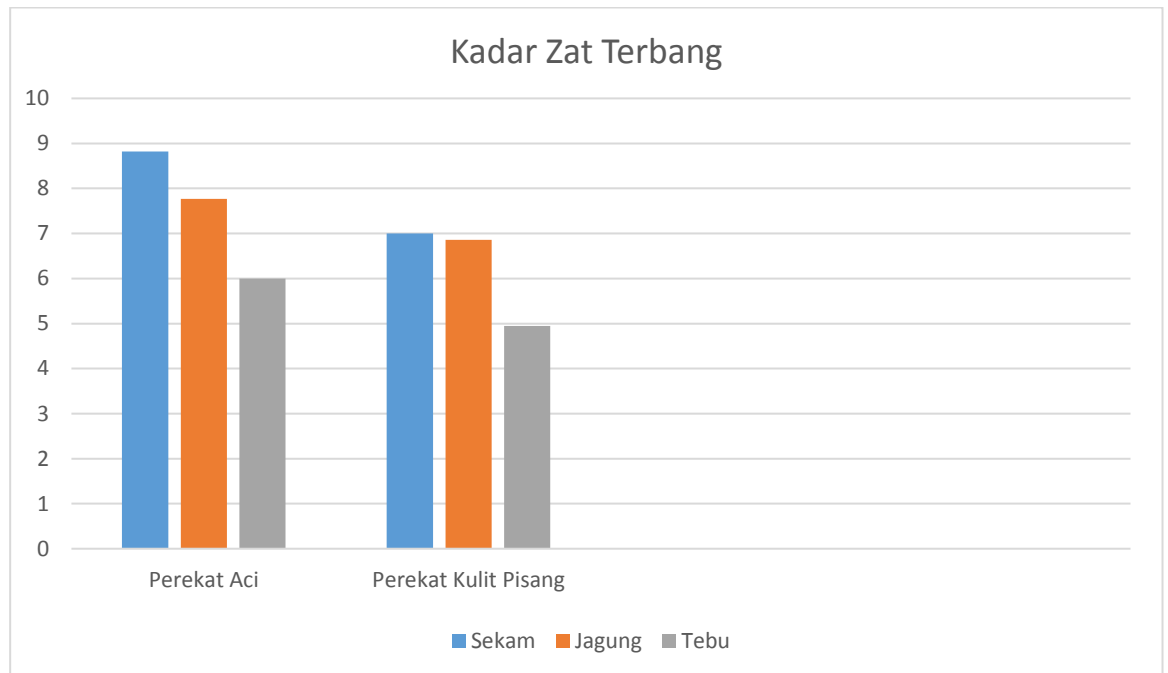
Untuk mendapatkan kadar air yang sesuai SNI proses dalam penjemuran briket harus diperhatikan, agar mendapatkan kadar air yang rendah penjemuran briket harus sampai benar-benar kering selama 3 atau 4 hari di bawah sinar matahari. pada penelitian ini penjemuran hanya 1 hari hal ini merupakan salah satu penyebab kadar air pada briket masih tinggi.

B. Kadar Abu



Abu merupakan bahan sisa apabila bahan baku dipanaskan sampai berat yang constant. Kadar abu ini sebanding dengan berta kandungan bahan anorganik di dalam bahan baku. Briket yang memiliki kadar abu yang tinggi dapat menurunkan kualitas briket. Kadar abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket, dapat membentuk kerak dan mempersulit penyalaan. Berdasarkan hasil penelitian briket yang dihasilkan sudah sangat baik berdasar SNI kadar abu maksimal yaitu 8%. Kadar abu briket menggunakan perekat aci maupun perekat kulit pisang < 8%. di dapat kadar abu menggunakan perekat kulit lebih tinggi dibandingkan dengan perekat aci dengan perbedaan yang tidak signifikan.

c. Kadar zat terbang



Zat mudah menguap dalam briket arang adalah senyawa-senyawa selain air, abu dan karbon.

Zat mudah menguap terdiri dari unsur hidrokarbon, metana dan karbonmonoksida.

Kandungan kadar zat yang menguap yang tinggi dalam briket arang akan menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat briket dinyalakan, hal ini disebabkan oleh adanya reaksi antara karbon monoksida (CO) dengan turunan alcohol (Bahri, 2007)

Berdasarkan hasil penelitian di atas bioriket dengan bahan baku sekam padi, bonggol jagung, dan ampas tebu dengan perekat kulit pisang kadar zat terbang nya lebih kecil dibandingkan dengan perekat aci. Namun dengan merujuk SNI tentang briket arang, kadar zat mudah terbang yang dihasilkan maksimal 15%, briket dengan perekat aci maupun perekat kulit pisang keduanya sudah sangat baik, sudah sesuai dengan standar SNI.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Kulit pisang dapat digunakan sebagai perekat biobriket dengan nilai kadar abu dan *volatile matter* lebih baik dibandingkan dengan biobriket dengan perekat aci.
2. Kadar air, biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat aci lebih tinggi dibandingkan kadar air biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat kulit pisang dan tambahan garam sebagai pemantik.

3. Kadar abu, biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat aci lebih rendah dibandingkan dengan biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat kulit pisang dan tambahan garam sebagai pemantik.
4. Kadar zat terbang/ *volatile matter*, biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat aci lebih rendah dibandingkan dengan biobriket dari ampas tebu, bonggol jagung dan sekam padi dengan perekat kulit pisang dan tambahan garam sebagai pemantik.

Dampak dari hasil penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan nilai tambah pada limbah pertanian dari industry kecil yang ada dimasyarakat, yang selama ini limbah dari penjual es tebu, penjual jagung bakar hanya menjadi sampah atau pakan ternak
2. Dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat atau yang berkecimpung dalam pemanfaatan briket, sehingga limbah pertanian bias lebih optimal pemanfaatannya.

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan sumbang saran pengetahuan bagi siswa-siwi SMP, SMA atau Mahasiswa
2. Dapat memberikan nilai tambah bagi limbah pertanian yang selama ini limbah, maka dengan digunakan sebagai bahan pembuatan briket akan memberikan nilai lebih karena lebih bermanfaat
3. Dapat memberikan informasi tentang inovasi pembuatan biobriket.

Prospek kedepan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan lapangan pekerjaan bagi masyarakat nantinya sehinga dapat mengurangi pengangguran, karena dengan adanya inovasi ini maka akan tercipta industry-industri pembuatan biobriket dengan limbah pertanian dengan memanfaatkan perekat dari kulit pisang.
 2. Dapat memberikan PAD pada Pemerintah Daerah dengan adanya industry-industri pembuatan biobriket yang baru.
-

Referensi

1. ^ Tambunan, Armansyah; Mandang, Tienneke; Hambali, Erliza; Agustina, Sri Endah; Salundik; Nugroho, Naresworo; Irzaman; Setyaningsih, Dwi (2008). "Agenda riset energi Institut Pertanian Bogor 2008-2012" (PDF). *Research Agenda of IPB*.
2. ^ Joe O'Connell. Kingsford Brand Charcoal Ingredients Diarsipkan 2018-01-02 di Wayback Machine.. California Barbecue Association website. Diakses 11 Mei 2007.
3. ^ All About Charcoal. virtualweberbullet.com. Diakses 11 Mei 2007.
4. ^ Hazra, Fahrizal; Sari, Novita (2011). "Biomassa tempurung buah nyamplung (*Callophyllum spp*) untuk pembuatan briket arang sebagai bahan bakar alternatif". *Jurnal Sains Terapan*.
5. ^ [1]^[pranala nonaktif permanen]
6. ^ Tamrin; Lanya, Budianto; Firmayanti, Dwi (2008). "Rancang Bangun Tungku Portable Bahan Bakar Batubara yang Aman untuk Kesehatan Pemakainya" (PDF). *Prosiding IPB*.
7. ^ Alam, Liliek Agus (2005). "Penghematan Bahan Bakar dengan Substitusi Briket Batubara pada Pengeringan Karet Sit Asap Sistem Kontinyu" (PDF). *Prosiding IPB*.
8. Bahri, S. 2007. *Pemanfaatan limbah industry pengolahan kayu untuk pembuatan briket arang dalam mengurangi pencemaran lingkungan*, Tesis S2 Universitas Sumatera Utara, Medan

LAMPIRAN:

Link Youtube:

<https://youtu.be/aWhvzSlodrc>

PERSIAPAN BAHAN BAKU



PROSES KARBONISASI



PROSES PENGHALUSAN, PENGAYAKAN, PENCETAKAN



Hasil Produk Biobriket

HASIL PRODUK BIOBRIKET



UJI COBA PRODUK

